FICHE TECHNIQUE | GRANDES CULTURES

La carence en manganèse dans les céréales à paille et le soya

Le manganèse (Mn) est un oligo-élément essentiel à la croissance des plantes. Il joue un rôle important dans la biosynthèse de la chlorophylle, la photosynthèse et la respiration. Dans certaines régions du Québec, particulièrement en sols légers, la carence en Mn est observée régulièrement dans des champs de céréales à paille et, dans une moindre mesure, dans des champs de soya. Chez le maïs, la carence en Mn est relativement rare, bien qu'elle puisse survenir dans certaines conditions précises (ex. : certains sols organiques ou très sableux). La présente fiche technique porte donc uniquement sur les céréales et le soya.

La carence en Mn apparaît le plus souvent dans un sol ayant un pH élevé et une faible teneur en Mn disponible. Un climat froid et sec accentue la carence en Mn. Bien que plus à risque, les sols à pH naturellement élevé ne présentent pas obligatoirement de risques élevés de carence en Mn. C'est davantage le surchaulage des sols acides qui provoque la carence. Un chaulage excessif peut induire une déficience en cet élément, surtout en sols sablonneux, riches en matière organique (Tran et coll., 1995). Les sols riches en matière organique (plus de 6,0 %) et dont le pH est proche de la neutralité (au-dessus de pH 6,5) peuvent être déficients en Mn. À mesure que la teneur en matière organique augmente, la quantité de Mn échangeable diminue en raison de la formation accrue de complexes entre la matière organique et le Mn.

Le tableau ci-dessous présente les seuils critiques en Mn pour les céréales à paille et le soya. Il est à noter que la teneur en Mn du sol, déterminée par les différentes méthodes d'analyse, ne donne qu'un indice partiel de la disponibilité du Mn.

Céréales à paille et soya : évaluation des risques probables d'apparition de zones carencées en Mn en fonction de la teneur en Mn du sol (Mehlich-3) et du pH (eau)

Culture	pH (eau)[1]	Seuil critique en Mn $_{\text{Mehlich 3}}$ (ppm)[2]
Céréales à paille	6,0 - 6,5 > 6,5	10 - 12 16 - 18
Soya	6,0 - 6,5 > 6,5	6 - 8 10 - 12

1. Les sols à pH naturellement élevé ne sont pas nécessairement carencés en Mn.
2. Teneurs en Mn Mehlich 3 en dessous desquelles des zones carencées risquent d'apparaître dans le champ.

Source : Brunelle et Vanasse, 2004

D'autres facteurs peuvent influencer la disponibilité du Mn pour les plantes, comme le taux de matière organique du sol, des conditions limitant le développement du système racinaire et les conditions d'oxydoréduction du sol (état du drainage et de l'humidité du sol). Les carences en Mn peuvent se produire dans les endroits bien drainés du sol, car la disponibilité du Mn diminue avec l'augmentation de l'aération du sol (Cheng et Ouellette, 1971; Simard, 1990). Cela explique l'absence de carence aux endroits où les pneus des équipements agricoles ont tassé le sol (voir les photos ci-dessous).

Champs d'orge (gauche) et de blé (droite) carencés en Mn. Remarquez les traces de pneus où le Mn est plus disponible et donc la céréale est moins carencée
Photos : B. Duval, agr. (MAPAQ)

Le Guide de référence en fertilisation (CRAAQ, 2010) présente une grille de recommandations d'apports en Mn pour les cultures sensibles aux carences en Mn (voir le tableau 7.6 à la page 206). Cependant, cette grille est tirée d'études qui ne proviennent pas du Québec. Le tableau provenant de Brunelle et Vanasse (2004), quant à lui, a été établi à partir d'études québécoises sur les cultures de céréales et de soya. Il pourrait vraisemblablement refléter de façon plus adéquate des situations observées au Québec dans ces cultures.

Diagnostic et symptômes

Chez les céréales à paille et le soya, les symptômes de la carence en Mn apparaissent généralement lorsque les plantes sont encore au stade végétatif. Il est donc important de visiter les champs régulièrement, surtout en mai et en juin pour les céréales, et en juillet pour le soya.

Les symptômes d'une carence en Mn se présentent principalement par une chlorose entre les nervures (limbe jauni et nervures demeurant vertes) d'abord sur les jeunes feuilles d'une plante, car le Mn n'est pas mobile dans la plante. Cependant, si la carence est précoce et sévère et qu'aucun traitement correctif n'est apporté, les vieilles feuilles seront graduellement atteintes et il peut s'ensuivre la mort des plants. À l'échelle d'un champ, la distribution des plantes carencées n'est généralement pas uniforme (symptômes par ronds ou par zones), car le niveau de Mn dans le sol est très variable à l'intérieur d'un même champ (Brunelle et Savoie, 2000). De plus, les feuilles et les tiges de céréales carencées en Mn ont un port affaissé.

Blé d'automne carencé en Mn
Photo : B. Duval, agr. (MAPAQ)

Blé de printemps carencé en Mn
Photo : Joëlle Desjardins, agr.

Orge saine et orge carencée
Photo : Murielle Bournival, agr. (CETAB+)

Céréales à paille (avoine)

Dans le cas de l'avoine, qui est particulièrement sensible à la carence en Mn, les plants présentent des taches ovales grisâtres apparaissant d'abord à la base des nouvelles feuilles. Ce phénomène, observé seulement chez l'avoine, est appelé « maladie de la tache grise ». Les champs d'avoine carencés en Mn sont plus difficiles à diagnostiquer, car les symptômes ressemblent à ceux causés par des maladies ou des phytotoxicités liées à des herbicides. Certains cultivars d'avoine seraient plus tolérants à la carence en Mn.

Dans le cas de l'avoine, qui est particulièrement sensible à la carence en Mn, les plants présentent des taches ovales grisâtres apparaissant d'abord à la base des nouvelles feuilles. Ce phénomène, observé seulement chez l'avoine, est appelé « maladie de la tache grise ». Les champs d'avoine carencés en Mn sont plus difficiles à diagnostiquer, car les symptômes ressemblent à ceux causés par des maladies ou des phytotoxicités liées à des herbicides. Certains cultivars d'avoine seraient plus tolérants à la carence en Mn.

Avoine carencée en Mn (aussi appelée « maladie de la tache grise »)
Photos : B. Duval, agr. (MAPAQ)

Soya

La carence en Mn chez le soya se manifeste principalement par une chlorose entre les nervures, sur les jeunes feuilles (nervures vertes et zones jaunies ou presque blanchies entre celles-ci), pouvant évoluer vers des taches brunes nécrotiques et la chute des feuilles si la carence persiste. À l'échelle du champ, les symptômes ne sont pas uniformes et apparaissent souvent en foyers ou en zones de taille et de forme variables, selon la variabilité du niveau de Mn ou du pH dans le sol.

Soya carencé en Mn. Remarquez la distribution par zones dans le champ ainsi que la coloration jaune parfois très pâle entre les nervures des feuilles
Photos : B. Duval, agr. (MAPAQ)

Attention : le jaunissement des feuilles de soya peut avoir de multiples causes, comme une carence en potassium ou une phytotoxicité due à un herbicide. Un bon diagnostic est donc essentiel pour prendre une décision éclairée. Pour plus d'information, consultez la fiche technique *Soya jaune en début de saison : les causes possibles*.

Les symptômes de la carence en Mn sont la plupart du temps assez faciles à reconnaître et permettent donc à une personne expérimentée de faire un diagnostic fiable. Toutefois, les analyses de sols et de tissus végétaux sont d'excellentes façons de confirmer le diagnostic. Les analyses du sol et des tissus végétaux provenant de zones apparemment carencées, en comparaison avec celles provenant de zones apparemment saines, en révéleront beaucoup sur le problème rencontré dans le champ. Pour plus d'information sur les méthodes d'échantillonnage de sols et de tissus végétaux, et pour la grille d'interprétation des analyses de tissus végétaux, consultez le chapitre 8 du *Guide de référence en fertilisation du CRAAQ* (CRAAQ, 2010).

Prévention et correction d'une carence en Mn

Pour prévenir la carence en Mn, il faut éviter de surchauler les sols dont la teneur en Mn disponible est faible ainsi que les sols très riches en matière organique. L'application de Mn au sol n'est généralement pas recommandée, car de grandes quantités seraient nécessaires. En effet, le Mn appliqué au sol est transformé en une forme non disponible. Dans la plupart des cas, les carences ne sont pas causées par une absence de Mn dans le sol, mais bien à une faible disponibilité de celui-ci.

Céréales à paille

Les pulvérisations foliaires de Mn sous forme de sulfate de manganèse ($MnSO_4$) sont efficaces et économiques pour corriger les carences de cet élément chez les céréales à paille. Par exemple, Tran *et coll*. (2000) ont rapporté une augmentation de rendement de 2 502 kg/ha (passant de 898 à 3 400 kg/ha) dans un champ d'avoine très déficient en Mn. Dans d'autres cas, la pulvérisation de $MnSO_4$ n'a pas eu d'effet significatif, car même si la teneur en Mn du sol était faible, le pH acide du sol et la minéralisation de la matière organique pendant l'été ont libéré du Mn disponible.

Pour les céréales à paille, il est généralement recommandé d'appliquer l'équivalent de 2 kg/ha de Mn sous forme de sulfate de manganèse ($MnSO_4$) en poudre fine mouillable ou soluble, dans un volume d'eau de 200 à 250 litres/ha, en utilisant un surfactant non ionique (CRAAQ, 2010). Il est important de bien dissoudre le $MnSO_4$ dans une eau tempérée avant de l'ajouter au réservoir du pulvérisateur afin de s'assurer d'une bonne distribution dans le réservoir et d'une application homogène. Pour ce qui est des produits foliaires à faible teneur en Mn, il est difficile d'arriver à un apport de 2 kg/ha de Mn. Par exemple, une application de 4 litres/ha d'un produit à 6 % de Mn apporterait 0,31 kg de Mn par ha, ce qui est nettement insuffisant pour corriger une carence.

Orge carencée en Mn. La partie de gauche a reçu une pulvérisation foliaire de $MnSO_4$ ayant apporté l'équivalent de 1,25 kg/ha de Mn
Photo : Direction régionale du Centre-du-Québec (MAPAQ)

La période optimale pour faire le traitement se situe habituellement à la fin du tallage, alors que la couverture du feuillage est adéquate (le feuillage est assez abondant pour absorber le produit). À ce stade, les herbicides étant généralement déjà appliqués, le $MnSO_4$ s'applique seul. Si un mélange avec un produit herbicide est tout de même envisagé, il faut s'assurer de la compatibilité des produits et respecter l'ordre d'incorporation dans le réservoir du pulvérisateur.

Dans le cas de carences très sévères en Mn, une application de 1 à 2 kg de Mn/ha peut être envisagée à un stade de développement plus jeune de la céréale, suivie d'une deuxième application au besoin. Si une carence sévère est décelée tardivement, une application plus tardive que le stade recommandé de la culture pourrait être envisagée, même si ce n'est pas idéal, car le rendement est déjà affecté et la réponse sera généralement moins marquée. Pour les prochaines saisons de culture, un tel champ devrait être surveillé afin de corriger plus rapidement la carence en Mn lorsque des céréales y seront semées.

Soya

Pour ce qui est du soya, sur des sols non carencés en Mn, l'apport de Mn foliaire n'améliore ni le rendement ni la qualité des grains (Tremblay, 2004). Même sur des sols pauvres ou moyens en Mn, le soya répond peu à la fertilisation en Mn. Divers essais scientifiques ont été réalisés au Centre-du-Québec, de 1995 à 2001, sur des sols pauvres à moyens en Mn (Tran *et coll.*, 2000; Tremblay, 2004). Les résultats de ces essais indiquaient une faible probabilité de réponse. Toutefois, certains observent que le soya peut bénéficier d'un apport de Mn foliaire, dans des cas où les symptômes sont bien visibles. Rappelons aussi que si la carence est causée par un facteur limitant le système racinaire de la plante, un apport de Mn foliaire a peu de chances d'apporter des bienfaits.

Dans les cas où une application est effectuée, tout comme pour les céréales, une dose de 1 à 2 kg de Mn/ha sous forme de $MnSO_4$ peut être utilisée. L'application devrait être réalisée idéalement sur du soya à un stade végétatif et assez développé pour que le feuillage intercepte le produit. Les applications peuvent être efficaces à différents stades du soya si des symptômes de carence sont observés, mais plus l'application est réalisée tôt après l'apparition des symptômes, meilleurs seront les résultats. Malgré tout, si une application est envisagée sur du soya en floraison, il est important de s'assurer de la sécurité de tous les produits ajoutés au mélange, s'il y a lieu.

Il n'est généralement pas recommandé d'appliquer le $MnSO_4$ en mélange avec les herbicides usuels. Par un effet d'antagonisme, la présence de l'herbicide peut diminuer l'efficacité du Mn et, de plus, l'efficacité de la lutte contre les mauvaises herbes pourrait être réduite. Selon différentes publications, il est recommandé d'espacer l'application du Mn et du glyphosate de trois à 10 jours, dépendamment de l'ordre des applications et des autres produits utilisés en mélange avec le glyphosate. Il est important de toujours respecter les directives des étiquettes des différents produits. En cas de doute, communiquez avec les fabricants des produits.

Pour plus d'information

- Brunelle, A. et A. Vanasse. 2004. *Le chaulage des sols*. CRAAQ (Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec). 41 p.
- Cheng, B.T et G. Ouellette. 1971. *Manganese availability in soil. Soils and Fertilizers*. 34(6): 589-595.
- CRAAQ (Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec). 2010. *Guide de référence en fertilisation*, 2e édition. 473 p.
- Simard, R. 1990. *Les éléments mineurs en grandes cultures*. Agriculture Canada.
- Tran, T.S., D. Ruel, M. Bouffard et A. Brunelle. 2000. *Diagnostic et traitements des carences en manganèse dans les céréales et le soya*. Projet conjoint du MAPAQ et de l'IRDA (1998-1999).
- Tran, T.S., M. Giroux, P. Audesse et J. Guilbault. 1995. *Importance des oligo-éléments en agriculture : symptômes visuels de carence, analyses des végétaux et des sols*. Agrosol, Vol. 8 (1) : 12-22.
- Tremblay, G. 2004. *Fertilisation du soya : éléments mineurs*. Centre de recherche sur les grains inc. Article paru dans Gestion et Technologie Agricoles 29 (4) : 19.

Cette fiche technique a été mise à jour en 2025 par Isabelle Bernard, agr. et Brigitte Duval, agr. (MAPAQ) à partir du bulletin d'information no. 5 du 1er juin 2017 du RAP Grandes cultures. Pour des renseignements complémentaires, vous pouvez contacter les le secrétariat du RAP. Édition : Marianne St-Laurent, agr., M. Sc., Lise Bélanger et Sophie Bélisle (MAPAQ).

La reproduction de ce document ou de l'une de ses parties est autorisée à condition d'en mentionner la source. Toute utilisation à des fins commerciales ou publicitaires est cependant strictement interdite.

16 mai 2025